

VI-110 – AVALIAÇÃO DO INCREMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL PROPICIADO PELO PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP

Lia Yukari Kaneko Murakami⁽¹⁾

Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de São José dos Campos pela UNESP/SJC.

Fabiana Alves Fiore

Graduada em Engenharia Civil pela UFMG (2001). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG - 2004). Doutora em Saneamento e Meio Ambiente pela FEC/UNICAMP (2013). Professora e Pesquisadora do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP/SJC. Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Sustentabilidade e redes Técnicas FLUXUS (FEC/UNICAMP).

Alexandre Catania Greco de Oliveira

Graduado em Geografia pela UNESP (2016). Assistente de Suporte Acadêmico no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Ambiental no Instituto de Ciência e Tecnologia da Unesp em São José dos Campos.

Luciano Rodolfo de Moura Machado

Professor de Geografia e História pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP - 2005). Especialista em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC (UFABC - 2012). Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra - Universidade Estadual de Campinas (IG/UNICAMP 2016). Professor na Divisão de Educação Ambiental da Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade da Prefeitura de São José dos Campos - SP.

Luana Albertani Pampuch

Doutora em Ciências com ênfase em Meteorologia pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG - USP), com estágio sanduíche no período de 6 meses na Universidade de Vigo (Campus Ourense- Espanha). Bacharel em Matemática (2007) e Bacharel em Meteorologia (2009) pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestrado em Meteorologia (2010) pela mesma universidade. Pós-doutorado no IAG/USP com bolsa do PDJ/CNPq em um projeto em parceria com a Universidade de Vigo - Espanha. Professora e Pesquisadora do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP/SJC.

Endereço⁽¹⁾: Pq. Tecnológico de São José dos Campos – SP - Rod. Presidente Dutra, km 137,8, Eug. de Melo, São José dos Campos – SP - CEP 12.247-004 – Brasil - Tel: (12) 3947-9700 - e-mail: liks92@hotmail.com

RESUMO

O município de São José dos Campos implantou, em 2006, o Programa Revitalização de Nascentes (PRN) com vistas à revitalização de 33 nascentes localizadas em áreas públicas de seu território urbano e, por meio do programa, introduzir atividades de educação ambiental. O presente trabalho apresenta os resultados da avaliação de cinco dessas nascentes, após dez anos de operação do PRN, com o objetivo de verificar a existência de incremento de qualidade decorrente da operação desse programa. A avaliação foi realizada por meio de diagnóstico ambiental do meio físico, biótico e socioeconômico nas áreas dessas nascentes e de seus entornos. Dentre as variáveis estudadas estão: o incremento da cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente, a característica dos solos, o uso e ocupação das áreas, a qualidade das águas e o reconhecimento populacional das ações do programa. O estudo de caso adotou materiais e métodos distintos e possibilitou a verificação de significativo incremento vegetal nas áreas estudadas. No entanto, o desconhecimento do programa pela população do entorno das nascentes e a degradação das áreas evidenciam a necessidade de que sejam invitados esforços na educação ambiental para que essas áreas sejam apropriadas e cuidadas pela população municipal.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade Ambiental, Programa Revitalização de Nascentes, Diagnóstico Ambiental, Incremento da Cobertura Vegetal, São José dos Campos.

1. INTRODUÇÃO

O município de São José dos Campos pertence à região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte Paulista e dista cerca de 100 km da capital do estado de São Paulo. Com área de aproximadamente 1.000 km² abriga importantes polos de desenvolvimento tecnológico e de pesquisa (IBGE, 2016).

Com população estimada em cerca de 700.000 mil habitantes o município possui o mais alto índice de desenvolvimento humano da regional, além de elevado produto interno bruto (IBGE, 2016). A urbanização municipal induzida pela industrialização planejada ocorreu de modo desordenado, a partir da década de 50, e ocupou áreas alagáveis e de declividades acentuadas, em ambientes susceptíveis à inundação e movimentação de solos (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2014).

A urbanização ocorrida ao arrepio do regramento legal acarretou em degradação de paisagens e ocupação de áreas de preservação permanentes (APPs), com significativos impactos nos recursos hídricos. Vale destacar que o município está localizado na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, cujas águas atendem às demandas de três populosos estados da federação, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (CEIVAP, AGEVAP, 2007; BRASIL, 2012).

Considerada a intensificação da demanda dos múltiplos usos das águas do rio Paraíba do Sul, com destaque para o abastecimento, a diluição de esgotos, a irrigação e a geração de energia hidrelétrica, justificam-se os esforços dispendidos na região para a minimização do consumo e a conservação da qualidade dos corpos d'água que contribuem para a sua formação (ANA, 2016).

O interesse em minimizar parte dos impactos negativos decorrentes da ocupação de áreas de preservação permanentes de recursos hídricos levou o município de São José dos Campos a estabelecer, em 2006, o programa “Revitalização de Nascentes em Áreas Públicas Urbanas” (PRN). O programa municipal objetivou a revitalização de 33 APPs de nascentes a partir do plantio de mudas de árvores nativas da Mata Atlântica. Para o reflorestamento de cerca de 23.000 m² de APPs foi previsto o plantio de mais de 45.000 mudas (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2006).

O programa municipal também se propôs a introduzir a prática de Educação Ambiental junto à comunidade e a monitorar as condições físico-químicas e microbiológicas da água por meio de análises periódicas. O resultado positivo da política pública foi apresentado por Penido (2013), que atestou a eficácia da estratégia metodológica para a criação de vínculos afetivos e recomendou a sua adoção em outros municípios.

Nos últimos dez anos a Secretaria de Meio Ambiente (SEMEA) do município de São José dos Campos conduziu o programa, com participação da rede pública municipal de educação e de importantes parcerias público-privadas. Nesse período foram realizadas análises de qualidade das águas das nascentes (temperatura, OD, pH, turbidez, nitrato e coliformes) para evidenciar aos participantes a existência da relação entre degradação da área e a qualidade das águas. Os dados dessas análises foram simplesmente arquivados pela secretaria de meio ambiente municipal.

O Brasil possui instrumentos legais que determinam os parâmetros mínimos de monitoramento de qualidade das águas, assim como padrões de qualidade de águas em função de seus usos (BRASIL, 2012; CONAMA, 2000; CONAMA, 2005; ANVISA, 2014). No país também são adotados diferentes índices de qualidade de águas, tais como os Índices de Qualidade das Águas (IQA), do Estado Trófico (IET) e de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP), no entanto, sua rede de monitoramento é fragmentada e seus dados são descontínuos.

No estado de São Paulo, a companhia ambiental (CETESB) publica anualmente um relatório com a qualidade das águas superficiais de seu território. Dentre os pontos avaliados, cinco localizam-se no município de São José dos Campos. Em sua publicação de 2016, o relatório sugeriu a ocorrência de lançamento de efluentes domésticos no rio Paraíba do Sul dentro dos limites municipais (CETESB, 2016). Tais ocorrências justificam a necessidade de ampliação da rede de cobertura de monitoramento no território e também da necessidade de ação dos órgãos de controle ambiental, já que o município dispõe de rede de coleta e unidade de tratamento de esgotos domésticos.

As trinta e três nascentes abarcadas pelo PRN localizam-se na área urbana do município de São José dos Campos e suas águas são tributárias do Rio Paraíba do Sul, que tem grande importância no cenário nacional. Considerada a implantação do programa e as atividades ocorrentes no território há dez anos, esse trabalho se propõe a avaliar a existência de incremento na qualidade das águas das nascentes que receberam ações de reflorestamento.

2. OBJETIVOS

- 2.1.** Caracterizar cinco nascentes do município de São José dos Campos;
2.2. Avaliar o incremento de qualidade ambiental decorrente da operação do Programa de Revitalização de Nascentes (PRN) no município de São José dos Campos/SP.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

3.1. Caracterização Geral: O diagnóstico ambiental foi realizado em 2016, por alunos do curso de Engenharia Ambiental da Unesp de São José dos Campos, a partir de termo de referência elaborado por docentes da instituição e técnicos da SEMEA. Para a avaliação, foram selecionadas juntamente com a SEMEA cinco nascentes abarcadas pelo programa, considerando-se os seguintes critérios: a viabilidade de acesso, a existência de dados de base e a representatividade das regiões.

As áreas foram avaliadas em relação aos meios físicos, bióticos e socioeconômicos em níveis de detalhamento diferenciados em função de sua proximidade com o afloramento d'água. Para tanto foram definidas áreas, com raios concêntricos, a partir das nascentes, de: 50 metros (APP) para a realização das análises do meio físico e biótico; e de um quilômetro para o estudo do meio socioeconômico.

3.2. Meio Físico: Para a obtenção dos dados físicos foram utilizados dados secundários fornecidos pela Prefeitura Municipal de São José dos Campos (PMSJC) através do programa Cidade Viva de 2017 para limites das zonas urbanas. Dados temáticos foram adquiridos pelo *Geobank* da Companhia Nacional de Recursos Minerais (CPRM) e Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Os mapas foram elaborados através do *ArcGis*, *software* de geoprocessamento da *ESRI*.

Para a caracterização dos solos nas áreas foram realizados ensaios quanto à umidade, à granulometria, quanto à consistência, para que se obtivessem os valores de: Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade; os seus respectivos padrões normativos podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Padrões normativos para análise do solo.

Ensaios	Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Umidade do solo	DNER-ME 213/94	-	DNER-ME 213/94	-	NBR 6457
Granulometria	NBR 7181	NBR 7181	NBR 7217	NBR 7181	NBR 7217
Limites de liquidez	DNER-ME 122/94	NBR 6459	NBR 6459	NBR 6459	NBR 6459
Limites de plasticidade	DNER-ME 082/94	NBR 7180	NBR 7180	NBR 7180	NBR 7180

Nas coletas de solo realizadas nas proximidades das nascentes, obtidas no mês de maio de 2016, foram retiradas entre 1 ou 2 amostras em diferentes distâncias e profundidades, a Tabela 2 especifica o local de retirada para cada nascente.

Tabela 2. Locais de coletas de amostras do solo.

	Altos de Santana		Senhorinha		Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Período de coleta da amostra	Maio de 2016						
Número de amostras	2		2		2	1	1
Distância da amostra pra nascente	1 m	2 m	3 m	6 m	2 m (lados opostos)	1,8 m	-
Profundidade da amostra pra nascente	20 cm	50 cm	-		-	25 cm	11 cm

A partir dos ensaios de granulometria e consistência, os solos foram classificados quanto ao seu tipo: areia, silte, argila ou misturas, seguindo-se a classificação do solo da *Highway Research Board* (HRB), *American*

Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Unified Soil Classification System (USCS), NBR 6502 de 1995 e os limites de plasticidade e liquidez do solo. Os diferentes métodos de classificação do solo podem ser observados na Tabela 3, em relação a cada uma das cinco nascentes.

Tabela 3. Métodos de classificação do solo.

Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
USCS				Limite de plasticidade/ liquidez
AASHTO	HRB	NBR 6502/95	HRB	

3.3. Meio Biótico: Para a obtenção dos dados bióticos de cobertura vegetal foram utilizados os mesmos dados secundários de limites do meio físico, fornecidos pela PMSJC através do programa Cidade Viva de 2017; e os dados temáticos foram obtidos pelo *Geobank* da CPRM e DNPM. Os mapas foram elaborados através do *ArcGis*, *software* de geoprocessamento da *ESRI*.

As fotografias foram obtidas em visita técnica para análise e avaliação das nascentes. As datas das fotografias, mostradas na Tabela 4, evidencia que esses trabalhos ocorreram no segundo semestre de 2016. Todas as nascentes foram visitadas no verão, em geral, em dias quentes. As nascentes Altos de Santana e Senhorinha foram visitadas no mesmo dia, enquanto que a Pararangaba e Vista Verde foram visitadas em outro dia coincidente.

Tabela 4. Datas de análise e avaliação nas nascentes.

Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
07/dez	07/dez	30/nov	16/nov	30/nov

Dados de fauna recorrentes no local foram obtidos em conjunto com os dados primários do meio socioeconômico, seguindo o mesmo padrão de metodologia estatística. Para tanto foram elaborados questionário estruturados que foram aplicados à população residente no entorno das nascentes, com o intuito de obter o tipo de fauna mais frequente observado pelos moradores locais.

3.4. Meio Socioeconômico: Para a avaliação do perfil socioeconômico das áreas foram utilizados os dados primários obtidos por meio da aplicação de questionário estruturado com questões abertas à população no entorno das nascentes. Assim sendo, foram obtidos dados relativos ao conhecimento do PRN.

O método estatístico para cada uma das nascentes foi diferente. Altos de Santana e Pousada do Vale usaram uma amostra significativa calculadas nas fórmulas retiradas de Oliveira em 2005, previstas nas equações 1 e 2.

$$n_0 = z^2 p(1-p) / E_0^2 \quad \text{equação (1)}$$

$$n = N * n_0 / N + n_0 \quad \text{equação (2)}$$

Para a nascente Senhorinha e Vista Verde, utilizou-se o método estatístico para amostra aleatória simples, de acordo com a equação 3.

$$n = (N * Z^2 * p * (1-p)) / (((N-1) * e^2) + (z^2 * p * (1-p))) \quad \text{equação (3)}$$

Na Tabela 5 pode-se observar o número de pessoas entrevistadas em cada uma das áreas. O público entrevistado e a área foram os mesmos para todas as nascente. Entretanto, uma vez que o número de habitantes dentro do raio de 1 quilômetro (dados retirados de Censo Demográfico do IBGE, de 2010) é diferente para cada nascente, o número total de entrevistados também alterou, sendo o mínimo de 78 na nascente Pousada do Vale e o máximo de 120 pessoas na nascente Pararangaba.

Tabela 5. Números referentes ao questionário estruturado.

	Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Público	População residente				
Área	Raio de 1 km da nascente				
Número total de pessoas na área (N)	15697	32469	17235	2402	8305
Número de pessoas entrevistadas (n)	80	96	120	78	82
Nível de confiança	90%	95%	-	90%	-
Erro amostral (e)	5%	10%	-	5%	-
Proporção esperada (p)	50%	50%	-	50%	-

3.5. Avaliação da qualidade ambiental da área: O referencial de qualidade foi estabelecido por meio de oficina participativa com os alunos e foi aprovado e validado pela SEMEA, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Indicadores de qualidade de referência.

Indicadores de Qualidade			
a)	Qualidade de água - Resolução CONAMA 357/2005	Atende	
		Não atende	
b)	Presença de resíduos sólidos na superfície	Alto	→ Acima de 500L
		Médio	→ Entre 100 e 500L
		Baixo	→ Abaixo de 100L
c)	Edificação em APP	Positivo	→ Porcentagem
		Negativo	
d)	Incremento da área de cobertura vegetal (2006 - 2016)	Positivo	→ Porcentagem
		Negativo	

a) Qualidade da água: A qualidade das águas foi determinada por meio de análises em campo em cada uma das nascentes, com o uso da *Sonda Multiparamétrica profissional Plus*, em mesma visita técnica referente à Tabela 4. Os resultados verificados foram avaliados em função do padrão de qualidade da classe 1 da Resolução CONAMA 357 de 2005, em função da classificação dos recursos hídricos estabelecida pelo Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.

b) Presença de resíduos sólidos na superfície: Este indicador visa analisar a presença e quantidade estimada de resíduos sólidos na superfície das APPs das nascentes. Os valores estipulados para quantificar esses resíduos são indicados na Tabela 6. A presença de resíduos sólidos foi obtida através de uma análise visual dos grupos de alunos no primeiro semestre de 2016.

c) Edificação em APP: A base para quantificação de edificação dentro das APPs nas nascentes foi obtida através de imagens do *Google Earth*. E, para que fosse possível quantificá-las, foi utilizado o *software* da *ESRI, ArcGis*.

d) Incremento da área de cobertura vegetal (2006 - 2016): Para visualização das áreas das nascentes em 2006 e 2016 e comparação das mesmas, foram utilizadas imagens de alta qualidade e resolução do *Google Earth*, nos respectivos anos dos casos de estudo. Com o uso do *ArcGis* foi possível também quantificar as áreas cobertas por vegetação nesses anos e avaliar a existência de incremento.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Caracterização Geral: A localização das cinco nascentes analisadas encontra-se na Tabela 7. A Figura 1 evidencia a inserção dessas no território e o uso do solo no entorno das mesmas.

Tabela 7: As cinco nascentes de objeto de estudo.

Bairro da Nascente	Logradouro	Zona
Altos de Santana	Rua Altos do Rio Doce	Norte
Campo dos Alemães - Senhorinha	Rua dos Evangélicos	Sul
Pararangaba	Av. Rio Madeira	Leste
Pousada do Vale	Rua Maria Júlia Dias	Leste
Vista Verde	Rua Cidade de Lima	Leste

Diagnóstico Ambiental de Cinco Nascentes do Programa de Revitalização de Nascentes de São José dos Campos



Figura 1: As cinco nascentes em estudo.

4.2. Meio Físico: A caracterização do meio é fundamental para que se obtenha um panorama abrangente da região onde estão localizadas as nascentes, assim como dos fatores que influenciam o constante processo de modelagem da superfície terrestre.

a) Aspectos geológicos: Geologia pode ser definida como a ciência que estuda a Terra, sua composição, estrutura, propriedades físicas, história e os processos que lhe dão forma (TEIXEIRA, 2009). A fim de estudar as nascentes do PRN foi necessário conhecer as características dos materiais que as constituem. Dentro desse contexto se insere a classificação de alguns aspectos geológicos, a saber: minerais - elementos ou compostos químicos com composição definida dentro de certos limites, cristalizados e formados naturalmente por meio de processos geológicos inorgânicos; rochas - associação de minerais que, por diferentes motivos geológicos acabam ficando intimamente unidos, podendo ser divididas em três tipos: ígneas, sedimentares e metamórficas (TEIXEIRA, 2009). Para a região das nascentes localizadas na área urbana da São José dos Campos, têm-se rochas sedimentares e metamórficas, como mostrado na Figura 2.

Parte das rochas sedimentares é formada a partir da compactação ou cimentação de fragmentos produzidos pela ação dos agentes de intemperismo e pedogênese sobre uma rocha preexistente, e após serem transportadas pela ação dos ventos, das águas que escoam pela superfície, ou pelo gelo, do ponto de origem até o ponto de deposição. Para que se forme uma rocha sedimentar, é necessário, portanto, que existia uma rocha anterior, que

pode ser ígnea, metamórfica e mesmo outra sedimentar, fornecendo pelo intemperismo, sedimentos que serão as matérias primas usadas na formação da futura rocha sedimentar (TEIXEIRA, 2009).

As rochas metamórficas resultam da transformação de uma rocha preexistente no estado sólido. O processo geológico de transformação se dá por aumento de pressão ou temperatura sobre a rocha preexistente, sem que o ponto de fusão dos seus minerais seja atingido (TEIXEIRA, 2009).

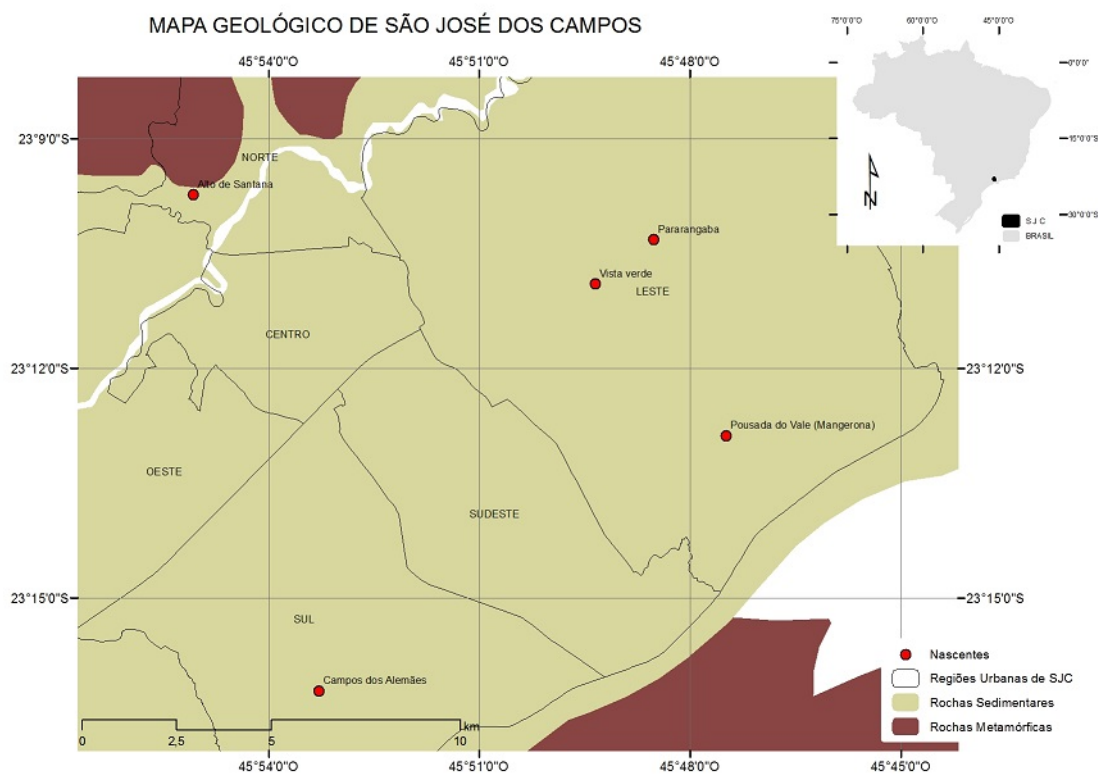


Figura 2: Mapa geológico das cinco nascentes em estudo.

b) Aspectos pedológicos: Os tipos de solos existentes na região são: latossolos, gleissolos e argissolos. A nascente Altos de Santana, mais próxima do rio Paraíba do Sul, é a única com formação gleissolos, enquanto as outras são constituídas de latossolos. Pode-se observar as localizações na Figura 3.

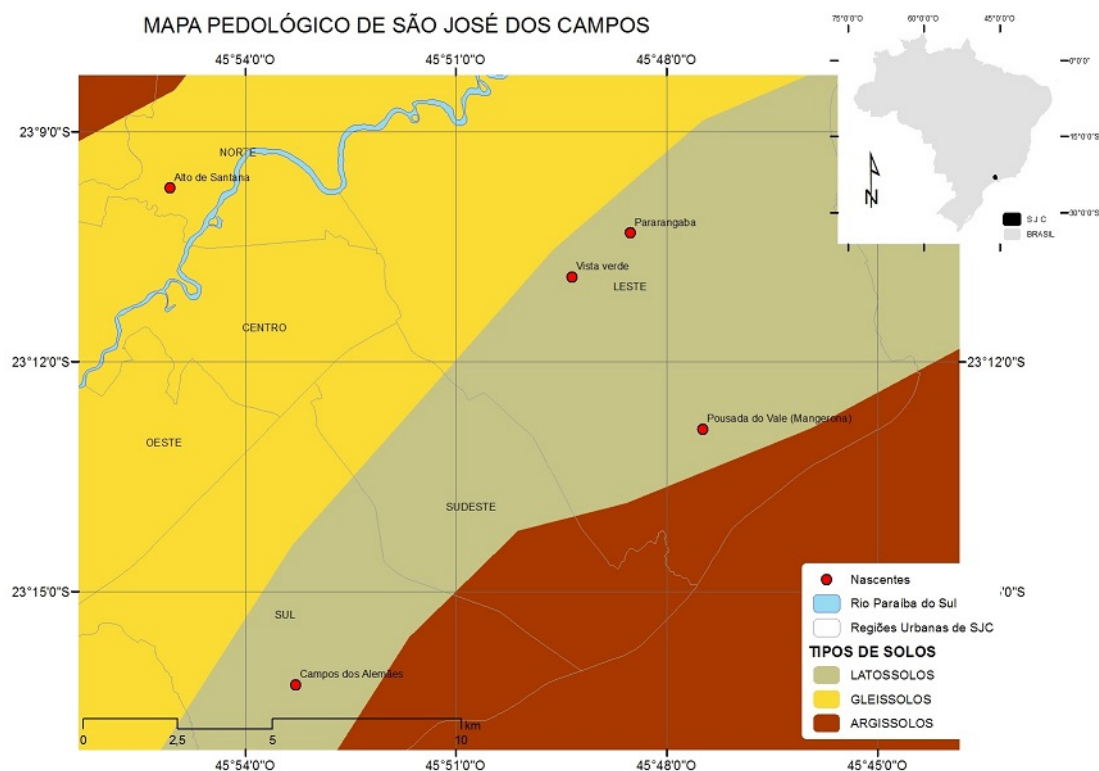


Figura 3: Mapa pedológico das cinco nascentes de objeto de estudo.

Os latossolos, presentes em quatro nascentes das cinco do projeto, são solos em elevado estágio de intemperização, que apresenta baixa reserva de nutrientes para as plantas. São normalmente muito profundos, com cores que variam desde vermelhas muito escuras e amareladas. Apresentam um teor de silte inferior a 20% e argila variando de 15 a 80% variando de bem drenados a bem drenados, tendo geralmente características ácidas (EMBRAPA, 2006).

É um solo típico de regiões equatoriais e tropicais, podendo ser encontrado também em zonas subtropicais, normalmente em relevo plano e suavemente ondulado, distribuídos em antigas superfícies de erosão, porém pode ocorrer em áreas mais acidentadas. Tem sua origem de diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições diversas de clima e vegetação (EMBRAPA, 2006).

Os gleissolos são desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, do período do Holoceno. Esta classe tem como característica a saturação por água permanente ou periódica do solo, devido à presença do freático próximo a superfície durante um determinado período do ano (AGEITEC, 2016). Ocasionalmente apresentam textura arenosa nos horizontes superficiais, seguidos de horizontes glei (saturados) de textura franco-arenosa ou mais fina, sendo originados a partir de sedimentos, geralmente próximos dos cursos d'água, em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como ocorre no caso da nascente Altos de Santana, evidente na Figura 3. Eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (EMBRAPA, 2006).

Já os argissolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte de perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara, podendo variar desde coloração avermelhada até amarelada. Grande parte dos solos desta classe apresenta um grande incremento de argila do horizonte superficial, apresentando grande diferença entre os horizontes. Assim, apresentam grande diversidade de teor de nutrientes, textura, profundidade, presença ou ausência de cascalhos e pedras, como também ocorrência em diferentes paisagens, apresentando dessa forma diversas sub-ordens, grupos e sub-grupos (EMBRAPA, 2006). São verificados também problemas sérios de erosão nos quais há grande diferença de textura entre os horizontes (camadas no solo), sendo este problema potencializado com o aumento da declividade, apresentando também acidez forte a moderada (EMBRAPA, 2006).

c) Aspectos hidrogeológicos: A hidrogeologia é a ciência que estuda o manejo, avaliação e aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos. É de fundamental importância a análise hidrogeológica das áreas em estudo, a fim de conhecer os riscos de contaminação e remediação de solos e aquíferos (SÃO PAULO, 2007).

A Figura 4 apresenta os dois aquíferos existentes na sub-bacia Vale do Paraíba, dentro da área urbana de São José dos Campos: o aquífero Taubaté que corresponde à área de maior abrangência e o aquífero Pré-Cambriano nos limites Norte e Sul da cidade. A Figura 4 também mostra as cinco nascentes do PRN (Altos de Santana, Senhorinha, Pararangaba, Pousada do Vale e Vista Verde) e suas respectivas localizações quanto aos aquíferos e recursos hídricos (córregos afluentes do Rio Paraíba do Sul). Verifica-se assim, que todas as nascentes supracitadas se encontram no aquífero de Taubaté.



Figura 4: Mapa hidrogeológico das cinco nascentes em estudo.

O aquífero Taubaté é sedimentar de extensão limitada. Ocorre entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, estendendo-se por uma área de 2.340 km², ao longo do vale do rio Paraíba do Sul (SÃO PAULO, 2007). É composto por sedimentos arenosos a argilosos formados há mais de 2 milhões de anos e depositados em ambientes fluvial (rios) e lacustre (lagos). A espessura do aquífero é variável, apresentando valores de 200 a 300 metros (SÃO PAULO, 2007).

As vazões recomendadas são inferiores a 2,8 litros/segundo por poço nas proximidades de Taubaté, podendo chegar até 22 a 33 litros/segundo em regiões com predomínio de sedimentos arenosos, entre Jacareí e Caçapava e entre Guaratinguetá e Lorena (SÃO PAULO, 2007). Algumas de suas características são: descontínuo, extensão regional limitada, tipo multicamada, semi-confinado ou confinado, transmissividade baixa a alta. Formado principalmente pelas rochas arenito, folhelho e argilito (BRASIL, 2005).

Com boa produtividade em algumas regiões, o aquífero é estratégico para o abastecimento de cidades como São José dos Campos, Caçapava, Lorena, entre outras. As águas são adequadas ao consumo humano e para diversos usos (SÃO PAULO, 2007).

O aquífero Pré-Cambriano é também conhecido como Cristalino, o embasamento cristalino São Paulo cobre uma área de aproximadamente 57.000 km², localizado em toda a porção leste do Estado. É composto por rochas ígneas e metamórficas geralmente granitos, gnaisses, filitos, xistos e quartzitos, que são, em sua origem, praticamente impermeáveis. Entretanto, os eventos tectônicos afetaram esses maciços cristalinos e, aliados à ação das intempéries na superfície, formaram sistemas de falhas e fraturas e porções de rochas alteradas, propiciando condições de percolação e acúmulo das águas subterrâneas, constituindo assim um aquífero fraturado (CETESB, 2006).

A recarga natural do Aquífero Pré-Cambriano se dá em decorrência das chuvas, que escoam através das camadas de rocha alterada e zonas fissuradas, sendo, dessa forma, armazenada. Geralmente, a baixa transmissividade desse aquífero e a ausência de fluxos de água em escala regional, condiciona a formação de unidades independentes, existindo aí um regime de escoamento próprio, sem relacionar-se a áreas relativamente distantes, constituindo o escoamento básico de rios e riachos que drenam esses vales (CETESB, 2006). Portanto, suas características podem resumir-se em: descontínuo, extensão regional, porosidade e permeabilidade associadas a fraturas (BRASIL, 2005).

d) Aspectos geomorfológicos: A superfície terrestre caracteriza-se por elevações e depressões de diferentes formas (horizontais ou tabulares, convexas, côncavas, angulares e escarpadas) que constituem seu relevo. O relevo da superfície terrestre é o resultado da interação da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. No espaço, o relevo varia da escala planetária (continentes e oceanos) à continental (cadeias de montanhas, planaltos, depressões e grandes planícies) e à local (escarpas, morros, colinas, terraços, pequenas planícies, etc.) (FLORENZANO, 2008).

A análise do relevo é importante não só para a própria Geomorfologia, mas também para as outras ciências da Terra que estudam os componentes da superfície terrestre (rochas, solos, vegetação e água), bem como na definição da fragilidade e vulnerabilidade do meio ambiente e no estabelecimento de legislação para a sua ocupação e proteção (FLORENZANO, 2008). Nesse contexto, é de suma importância o conhecimento e análise dos aspectos geomorfológicos das nascentes do estudo de caso, seu mapa é apresentado na Figura 5.

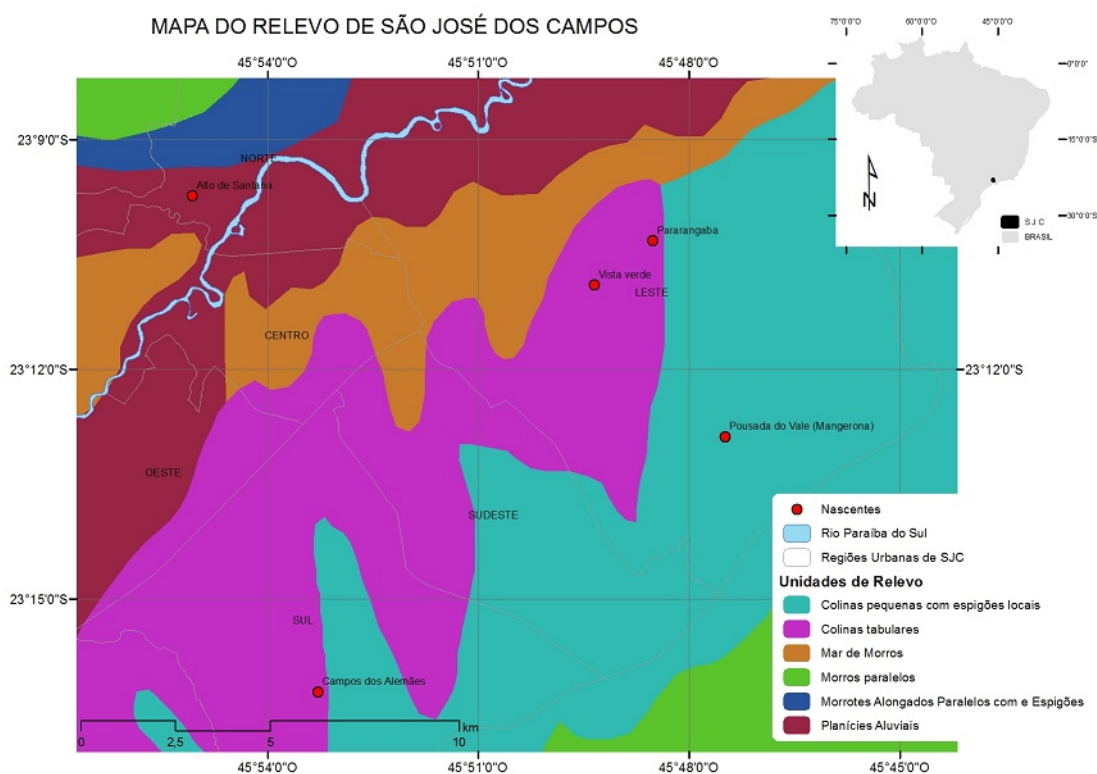


Figura 5: Mapa de relevo das cinco nascentes em estudo.

As planícies aluviais, onde se encontra a nascente Altos de Santana, são áreas planas situadas às margens dos rios, terrenos baixos formados pela acumulação de material de origem fluvial, caracterizam-se por baixas declividades, abrangendo intervalos entre 0 e 4% (FLORENZANO, 2008; ECOSFERA, 2011).

As nascentes Campo dos Alemães (Senhorinha), Pararangaba e Vista Verde se encontram em colinas tabulares, que são áreas de relevo plano, de origem sedimentar, de baixa altitude e com limite abrupto (FLORENZANO, 2008). A nascente Pousada do Vale situa-se em colinas pequenas com espigões locais, em que a amplitude topográfica também é baixa, variando de 20 a 50 metros; representa declividades inexpressivas e baixa densidade de drenagem. É uma forma de relevo que apresenta extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas (CPRM, 2008).

e) Aspectos de declividade: A declividade de uma encosta é a inclinação da superfície desta em relação à horizontal, ou seja, a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos, esta inclinação pode variar de 0 a 90°, sendo usualmente expressa em porcentagem. A erosão dos solos das vertentes está diretamente relacionada com a declividade, comprimento e a forma do terreno, pois estes fatores influenciam a velocidade e o volume de escoamento superficial (IBGE, 2009).

Curva de nível é o nome usado para designar uma linha imaginária que agrupa dois pontos que possuem a mesma altitude, chamadas de linhas altimétricas. Elas tendem a ser paralelas entre si e raramente se cruzam. A partir da visualização de uma curva de nível é possível identificar se o relevo de uma determinada área é acidentado, plano, montanhoso, íngreme.

O mapa de relevo é mostrado na Figura 6, indicando as curvas de nível na área urbana de São José dos Campos.



Figura 6: Mapa das curvas de nível das cinco nascentes em estudo.

No geral, não há extremas variações de altitude. As nascentes se localizam entre as cotas de 540 até 600 m, exceto a nascente Senhorinha, que varia de 601 até 640 m.

f) Aspectos geotécnicos: Com relação às características geotécnicas, os resultados encontrados de umidade do solo, limite de liquidez, limite e índice de plasticidade estão representados na Tabela 8. A umidade do solo é a

relação entre a massa de água presente em um certo volume de solo e a massa das partículas sólidas, no mesmo volume, expressa em porcentagem. A nascente Vista verde possui uma umidade muito baixa enquanto que as outras analisadas possuem uma umidade próxima de 40%, influenciando na qualidade do solo para a vegetação local.

O limite de plasticidade é quando o solo deixa de ser plástico e passa para o estado semi-sólido, ou seja, o solo começa a ficar quebradiço. O limite de liquidez mostra o teor de umidade do solo para que o mesmo adquira o comportamento de um líquido. Ambos influenciam e são influenciados concomitantemente pelo nível de umidade do solo. O Índice de Plasticidade é a diferença entre o limite de liquidez e o de plasticidade, representando a quantidade máxima de água que pode ser adicionada para que o solo mantenha a sua consistência plástica, tendo então, capacidade para ser moldado.

Tabela 8: Análise do solo.

	Altos de Santana		Senhorinha		Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Identificação da amostra	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 1	Amostra 1
Peso da amostra	-	-	2,9 kg cada		2,5 kg cada	3,028 kg	3,284 kg
Umidade natural do solo	42,09%	37,60%	-	-	39,60%	-	5,19%
Limite de liquidez	33,07	53,29	23%	25%	29,70%	20,5	-
Limite de plasticidade	27,33	33,61	NP (não plástico)		16%	35,40%	13,27%
Índice de plasticidade	5,74%	19,68%	-	9%	7,23%	-	-

A granulometria de um solo é um estudo da distribuição das partículas por tamanho. Assim, a análise granulométrica corresponde ao processo de separação de massa em frações, de acordo com uma certa variação de tamanho de grãos, que diferentes dos limites de plasticidade e liquidez, independente da umidade do solo, composição mineralógica, densidade e forma dos grãos. As peneiras utilizadas foram a 4, 10, 16, 30, 50, 100 e 200; com os pontos sendo representados respectivamente no Gráfico da Figura 7.

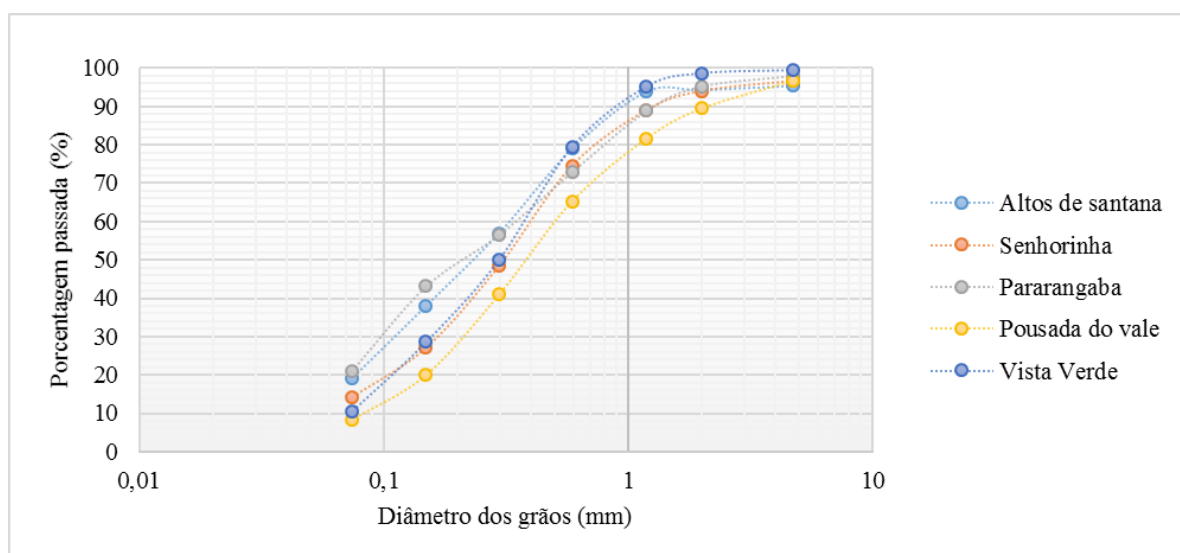


Figura 7: Análise granulométrica.

Na Figura 7, pode-se observar que poucos grãos ficaram retidos na peneira até o diâmetro de 1 mm, e conforme as peneiras diminuem, os grãos vão ficando retidos de forma gradual, ou seja, a granulometria não é homogênea, influenciando na compactação e infiltração do solo.

Os tipos de solo foram classificados com o uso de diferentes métodos, como mostrado na Tabela 9. Na nascente Altos de Santana, classificou-se as 2 amostras com relação à 2 classificações diferentes, obtendo como tipo de solo a areia siltosa ou argilosa. As outras nascentes também foram classificadas entre areias finas, argilosas, siltosas e pedregulhos, favorecendo a infiltração e movimentação da água no solo. Na nascente Vista

Verde, o solo foi classificado como argiloso-siltoso, que por sua vez, é mais compacto, podendo influenciar na baixa umidade do solo encontrada.

Tabela 9: Tipos de solo.

	Altos de Santana				Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Método de classificação	USCS		AASHTO		HRB	NBR 6502/95	HRB	Límite de plasticidade/liquidez
Identificação da amostra	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 2	Amostra 1/2	Amostra 1	Amostra 1
Classificação	SM	SC	A-2-4	A-2-7	A-2-4	-	A-3	-
Tipo de solo correspondente	Areia siltosa	Areia argilosa	Areia e areia siltosa ou argilosa		Pedregulho e areias siltosas ou argilosas	Mistura de areia e argila/areia argilosa	Areia fina	Argilo-siltoso

4.3. Meio Biótico: Visa caracterizar a vegetação e a fauna dos ecossistemas presentes nas áreas próximas das nascentes abordadas pelo PRN. A vegetação fornece alimento, abrigo e refúgio para a fauna local, que por sua vez, atua na polinização e dispersão de sementes. Além disso, esses animais ocupam vários níveis das cadeias tróficas terrestres, caracterizando uma interdependência tal que intervenções não podem ser consideradas de maneira isolada (ECOSFERA, 2011)

A vegetação é um dos componentes mais importantes da biota. Seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de *habitats* para as espécies, a manutenção de serviços ambientais e o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas (MMA, 2017)

Para a perpetuação da vida nos biomas, é necessário o estabelecimento de políticas públicas ambientais, a identificação de oportunidades para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade (MMA, 2017). Dessa forma, estudos ligados à fauna acabam mostrando-se importantes como subsídios para decisões a respeito da avaliação de impactos ambientais, bem como para servir de norteadores da implantação dos programas de monitoramento, programas de manejo e conservação de áreas com influência antrópica (ECOSFERA, 2011)

a) Cobertura vegetal: Nos domínios municipais de São José dos Campos existem dois biomas remanescentes principais, Mata Atlântica e Cerrado. Hoje os remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Cerca de apenas 8,5% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares. Mesmo reduzida e muito fragmentada, estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Em relação à fauna, os levantamentos já realizados indicam que a Mata Atlântica abriga 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes (MMA, 2017).

A cobertura de áreas protegidas na Mata Atlântica avançou expressivamente ao longo dos últimos anos, com a contribuição dos governos federais, estaduais e mais recentemente dos governos municipais e da iniciativa privada. No entanto, a maior parte dos remanescentes de vegetação nativa ainda permanece sem proteção. Assim, além do investimento na ampliação e consolidação da rede de áreas protegidas, as estratégias para a conservação da biodiversidade visam contemplar também formas inovadoras de incentivos para a conservação e uso sustentável da biodiversidade, tais como a promoção da recuperação de áreas degradadas e do uso sustentável da vegetação nativa, bem como o incentivo ao pagamento pelos serviços ambientais prestados pela Mata Atlântica. Cabe enfatizar que um importante instrumento para a conservação e recuperação ambiental na Mata Atlântica, foi a aprovação da Lei 11.428, de 2006 e o Decreto 6.660/2008, que regulamentou a referida lei (MMA, 2017).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (MMA, 2017).

Considerado como um *hotspots* mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de *habitat*. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas. Existe uma grande diversidade de *habitats*, que determinam uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias. Cerca de 199 espécies de mamíferos são conhecidas, e a rica avifauna compreende cerca de 837 espécies. Os números de peixes (1200 espécies), répteis (180 espécies) e anfíbios (150 espécies) são elevados. O número de peixes endêmicos não é conhecido, porém os valores são bastante altos para anfíbios e répteis: 28% e 17%, respectivamente. De acordo com estimativas recentes, o Cerrado é o refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos (MMA, 2017).

O Cerrado apresenta inúmeras espécies de plantas e animais que correm risco de extinção. Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas e que pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, tem havido um progressivo esgotamento dos recursos naturais da região. Nas três últimas décadas, o Cerrado vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira. Além disso, o bioma Cerrado é palco de uma exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão (MMA, 2017).

Cenário da degradação ambiental e exploração antrópica supracitada, a cidade de São José dos Campos foi objeto de intensa urbanização nas últimas décadas, com industrialização inicializada nos anos 50. Na área urbana evidenciada na Figura 8, nota-se que as nascentes se localizam em áreas de pouca concentração de matas ou reflorestamento, tornando as áreas de estudo bastante vulneráveis às ações antrópicas do local. As nascentes encontram-se distantes de áreas agrícolas e a vegetação ocorrente em suas APPs não contribui para formação de corredores ecológicos.

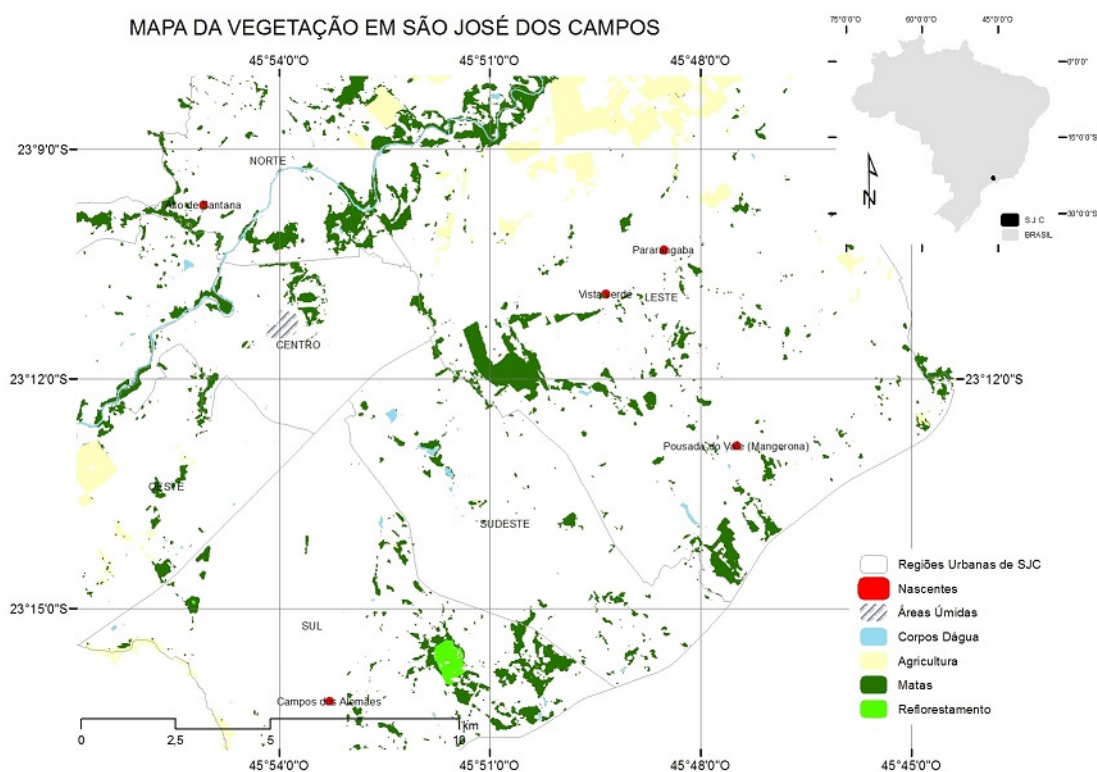


Figura 8: Mapa de vegetação das cinco nascentes em estudo.

b) Caracterização local:

A nascente Altos de Santana pode ser observada na Figura 9. Alguns pontos da nascente estavam quase secos no ato da visita e o ponto com maior concentração de água pode ser observado no lado direito da Figura 9.

Verificou-se que a área era utilizada como ponto de tráfico de drogas, o que pode ser atribuído à existência da mata fechada em meio à ocupação urbana do entorno.



Figura 9: Nascente Altos de Santana.

A nascente Senhorinha, no Campo dos Alemães, teve sua análise realizada no recurso hídrico e não na nascente, como evidencia a Figura 10. No local havia muitos pernilongos, a nascente se encontrava bastante poluída e com odor característico de esgotos. No decorrer da manilha e da canalização da nascente havia uma grande quantidade de resíduos sólidos.



Figura 10: Nascente Senhorinha.

No entorno da nascente também havia um grande número de resíduos sólidos espalhados pela superfície da APP. No canto superior esquerdo da Figura 11 pode-se observar a existência de uma cerca na área da nascente, que não foi efetiva em evitar a contaminação do recurso hídrico e a poluição superficial do solo nas suas proximidades.



Figura 11: APP da nascente Senhorinha.

Na nascente Pararangaba havia grande quantidade de matéria orgânica e indícios de eutrofização (Figura 12). A nascente se localiza na passagem para a entrada de uma comunidade de baixa renda. Nas águas da nascente havia algum tipo de óleo, evidente no canto inferior esquerdo da Figura 12.



Figura 12: Nascente Pararangaba.

Nos arredores da nascente Pararangaba verificou-se também a presença de resíduos sólidos urbanos, encontrados na passagem da rua para a comunidade (vide lado superior da Figura 13). No dia da visita técnica, havia também a presença de um ponto de queimada, com evidências de ser propositalmente realizada por moradores locais para incineração de objetos (lado esquerdo da Figura 13). Havia também, na entrada da passagem para a comunidade um pequeno jardim montado a partir de quatro pneus usados.



Figura 13: APP da nascente Pararangaba.

A nascente Pousada do Vale é intermitente e estava seca no segundo semestre de 2016. Deste modo, não foi possível recolher dados das condições da qualidade de suas águas. Na área de entorno da nascente há grande cobertura vegetal. Uma das possíveis causas da inexistência de água é a intervenção urbana no entorno - o asfaltamento de toda a via localizada em área contígua a da nascente foi realizado no início do segundo semestre de 2016. A nascente Pousada do Vale pode ser observada na Figura 14.



Figura 14: Nascente Pousada do Vale.

Na nascente Vista Verde, mostrada na Figura 15, pôde-se observar um alto volume de água e um grande e extenso campo de gramínea em sua área de APP. Mais distante, foi possível observar a existência de fontes de tensão em área que é aberta ao público e, na outra extremidade, a presença de uma quadra esportiva para lazer dos moradores locais.



Figura 15: Nascente Vista Verde.

c) Fauna: Em relação à fauna foram relatados, a partir de questionário com os moradores locais e de visitas técnicas, a presença de aves em quase todas as nascentes. Na nascente Senhorinha verificou-se um grande número de animais domésticos abandonados. Todos os animais relatados como existentes nessas áreas estão mostrados na Tabela 10. É possível verificar que os animais sinantrópicos são bastante recorrentes nas proximidades das nascentes. Infere-se que esses animais façam uso de alimentos e abrigos gerados pelo ambiente do entorno dessas nascentes.

Tabela 10: Fauna nas nascentes.

Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Anta	<i>Aedes aegypti</i>	Abelhas	Aves	Cupins
Cães	Aves	Aves	Borboletas	Maritacas
Cascavel	Baratas	Besouros	Bovinos	Maritacas
Cavalo	Cães	Borboletas	Cães	Morcegos
Gambá	Cobras	Cães	Cupins	Pequenos roedores
Sabiá	Escorpiões	Formigas	Equinos	Pica-paus
Tucano	Insetos	Gatos	Formigas	Tucanos
Vaca	Lagartos	Grilos	Insetos	
	Ratos	Mosquitos		

4.4. Meio Socioeconômico: Um dos objetivos do PRN é a educação ambiental da comunidade. Para verificar o alcance do mesmo junto à população residente no entorno das nascentes, inquiriu-se sobre o conhecimento da nascente e do projeto realizado pela SEMEA. A Figura 16 apresenta os percentuais de conhecimento do PRN da população moradora na área de 1Km. Verificou-se que os moradores do entorno da nascente Vista Verde são os que mais conhecem o programa e que os moradores da área de entorno da nascente Altos de Santana ainda precisam conhecê-lo.

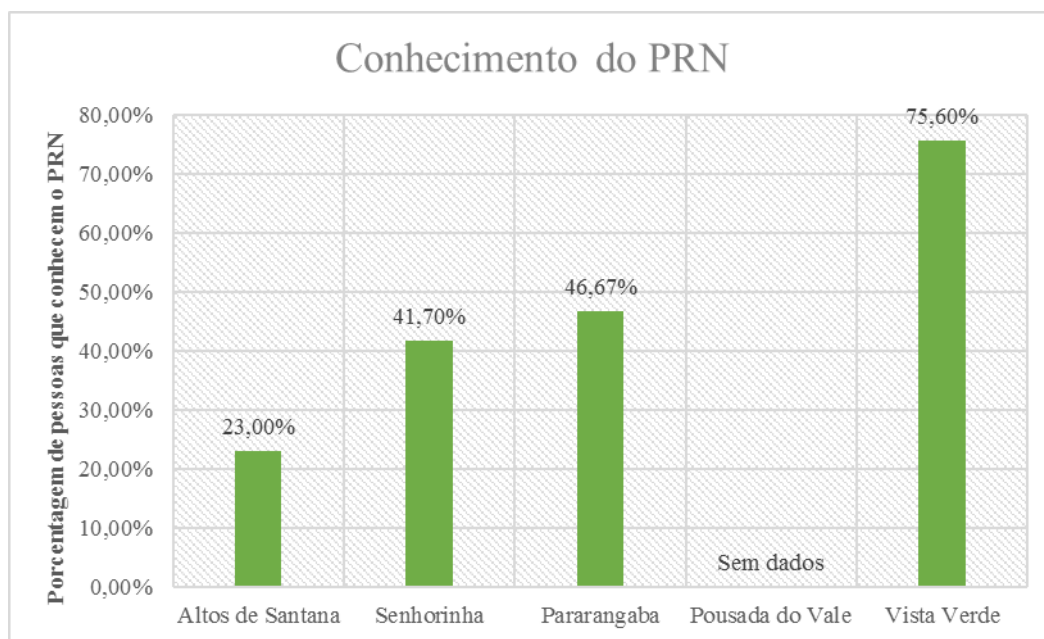


Figura 16. Conhecimento do PRN nas áreas das nascentes.

4.5. Avaliação da qualidade ambiental da área

a) Qualidade da água: As águas da classe 1 podem ser destinadas ao abastecimento humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas (CONAMA 357, 2005).

Os resultados da condição de qualidade das águas nas nascentes em estudo encontram-se na Tabela 10, assim como a referência de qualidade da CONAMA 357/2005, para a classe 1. A comparação entre a condição de qualidade e o padrão da classe evidencia a necessidade de aprimoramento da gestão para ampliação da qualidade dessas águas em quatro das nascentes avaliadas (Tabela 11).

Tabela 11: Qualidade das águas.

Parâmetros	PADRÃO CONAMA Classe 1	Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Temperatura da amostra (°C)	-	23,0	23,1	21,2	-	21,9
Pressão (kPa)	-	94,94	94,26	95,65	-	95,40
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Maior que 6 mg/L	8,0	2,7	1,8	8,89	4,1
Condutividade (mg/L)	-	74,75	247,65	98,80	-	50,05
Salinidade (ppt)	-	0,05	0,18	0,07	-	0,03
pH	Entre 6,0 a 9,0	6,08	5,53	6,14	5,32	6,48
Potencial de oxidação	-	84,2	124,6	75	-	115,2
Turbidez	Até 40 UNT	0,0 a 5,0	24,0	21,5	9,93	13,33
Nitrato (mg/L)	Menor que 10 mg/L	-	5,0	-	0,0 a 5,0	0,0 a 5,0

Os números evidenciados em verde atendem aos padrões CONAMA de Classe 1 e os números em vermelho não atendem. Na Tabela 10, nota-se que a única nascente dentro dos padrões aceitáveis é a Altos de Santana, para os parâmetros analisados.

b) Presença de resíduos sólidos na superfície: A Tabela 12 mostra os resultados da quantidade estimada de resíduos sólidos nas nascentes em estudo. Os resultados evidenciam que as APPs nascentes são utilizadas para o descarte irregular de resíduos no município.

Tabela 12: Presença de resíduos sólidos.

Volume na APP	Classificação	Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Acima de 500 litros	Alto					
Entre 100 e 500 litros	Médio					
Abaixo de 500 litros	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo na APP, com um local a 30m do exutório com alto índice

A presença de resíduos sólidos nas proximidades das nascentes pode estar associada a urbanização das áreas do entorno. Uma vez que o município realiza coleta de resíduos sólidos urbanos na totalidade de seu território e que possui onze locais para a entrega gratuita de pequenos volumes de resíduos da construção civil, infere-se que a disposição inadequada de resíduos nas APPs das nascentes decorre da necessidade de educação ambiental efetiva em relação à temática.

c) Edificação em APP: A porcentagem de áreas edificadas e pavimentadas nas APPs das nascentes está mostrada na Tabela 13. Por meio dela é possível verificar que as nascentes Senhorinha e Vista Verde não possuem APPs urbanizadas e que das nascentes Altos de Santana, Pararangaba e Pousada do Vale possuem cerca de um quarto de suas APPs com áreas impermeabilizadas.

Tabela 13: Ocupação das APPs das nascentes.

	Altos de Santana	Senhorinha	Pararangaba	Pousada do Vale	Vista Verde
Área de asfalto ou edificação (m²)	1943,36	0,00	2178,01	1979,98	0,00
Área da APP (m²)			7853,75		
Porcentagem de construção ou edificação dentro da APP	24,74%	0%	27,73%	25,21%	0%

A ocupação das áreas de preservação permanente das nascentes denota a incapacidade pública de garantir o cumprimento do código florestal do país, mesmo nas áreas urbanas.

d) Incremento da área de cobertura vegetal (2006 - 2016): Em uma média geral, todos os incrementos de cobertura vegetal das APPs das nascentes estudadas foram positivos. Vale ressaltar que o estudo realizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite (SP) mostrou que a porção paulista do Vale do Paraíba possui elevado poder de auto regeneração da floresta nativa, uma vez que verificou um acréscimo de 83%, entre os anos de 1985 e 2015.

A Figura 17 mostra a comparação visual da nascente Altos de Santana nos anos de 2006 e 2016. Pode-se notar que a quantidade de árvores cresceu bastante.

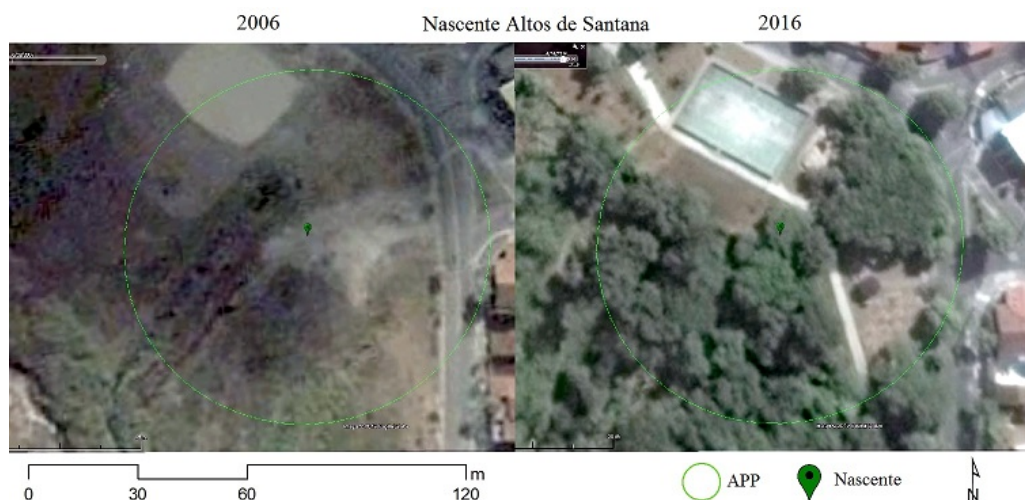


Figura 17. Nascente Altos de Santana, 2006 - 2016.

A Figura 18 mostra a mudança entre os dois anos de estudo, aumentando o asfalto e diminuindo o número de gramínea, entretanto, a arborização cresceu em 64,47%.

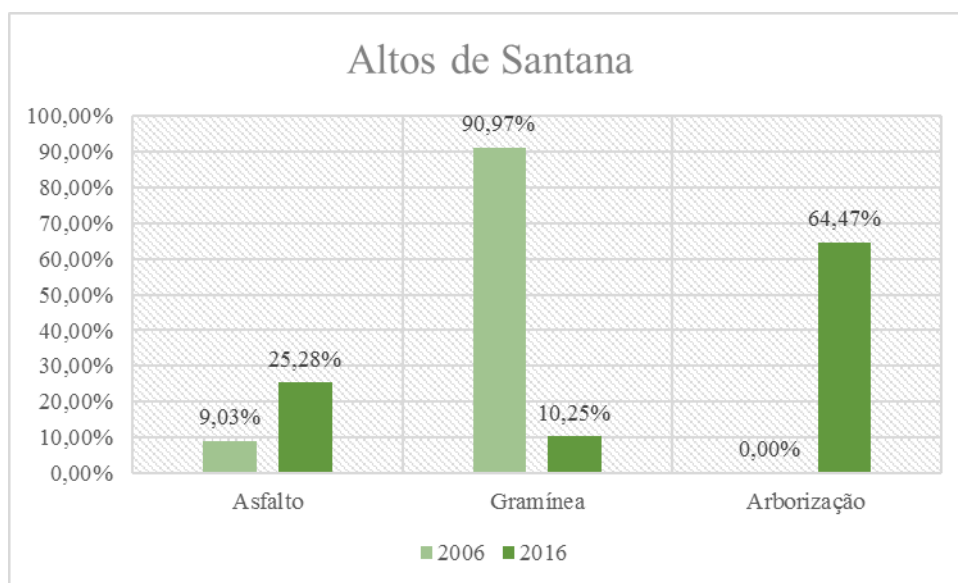


Figura 18. Incremento da cobertura vegetal na nascente Altos de Santana.

A Figura 19 mostra a comparação visual da cobertura vegetal na nascente Senhorinha. Nota-se que a área verde aumentou significativamente, uma vez que em 2006 o terreno não possuía arborização.



Figura 19. Nascente Senhorinha, 2006 - 2016.

A Figura 20 mostra a minimização do número de gramínea e de solo exposto e o aumento da arborização no ano de 2016, evidenciadas na Figura 19.

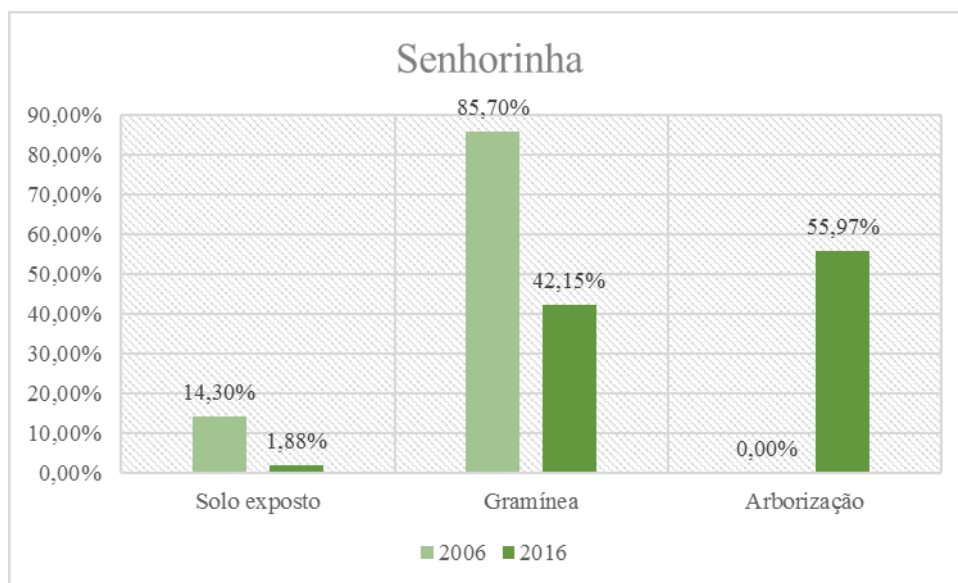


Figura 20. Incremento da cobertura vegetal na nascente Senhorinha.

A Nascente Pararangaba pode ser vista na Figura 21. Nota-se um grande número de residências particulares na região.



Figura 21. Nascente Pararangaba, 2006 - 2016.

A maior mudança ocorrida foi a substituição do solo exposto por gramínea. No entanto, a arborização e as construções no local também sofrem aumento, como mostra o gráfico na Figura 22.

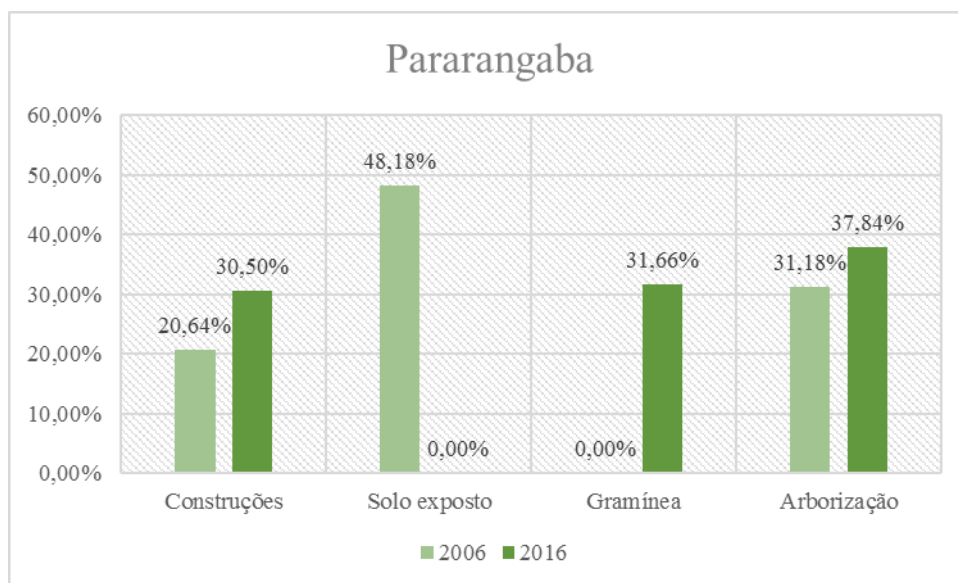


Figura 22. Incremento da cobertura vegetal na nascente Pararangaba.

A nascente Pousada do Vale, evidenciada na Figura 23, também teve significativo acréscimo de arborização de 47,48%, de acordo com o gráfico da Figura 24 e evidenciada na Figura 23.

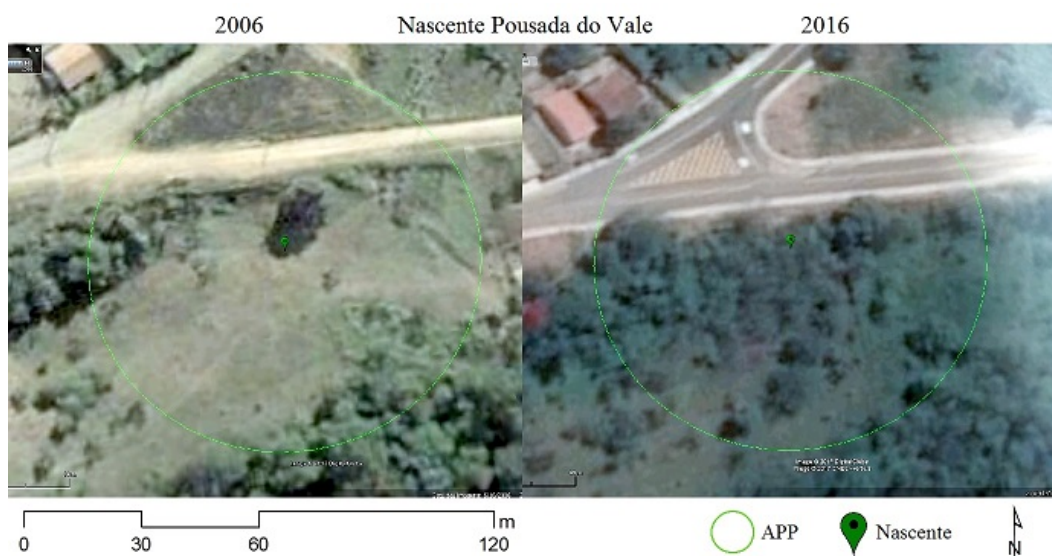


Figura 23. Nascente Pousada do Vale, 2006 - 2016.

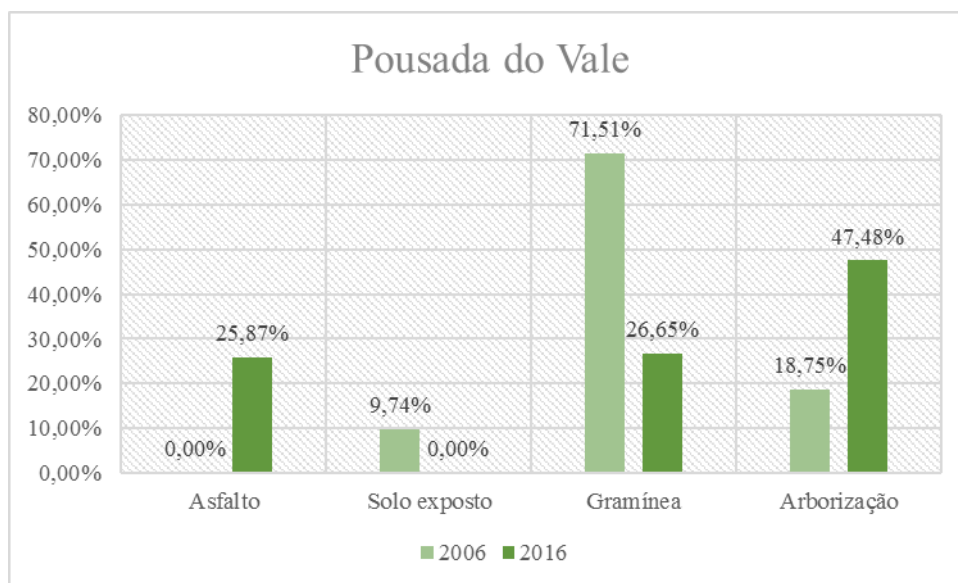


Figura 24. Incremento da cobertura vegetal na nascente Pousada do Vale.

A APP da nascente Vista Verde, já em boas condições comparadas com as outras nascentes em 2006, também obteve aumento de cobertura vegetal no período avaliado, conforme evidenciado na Figura 25.

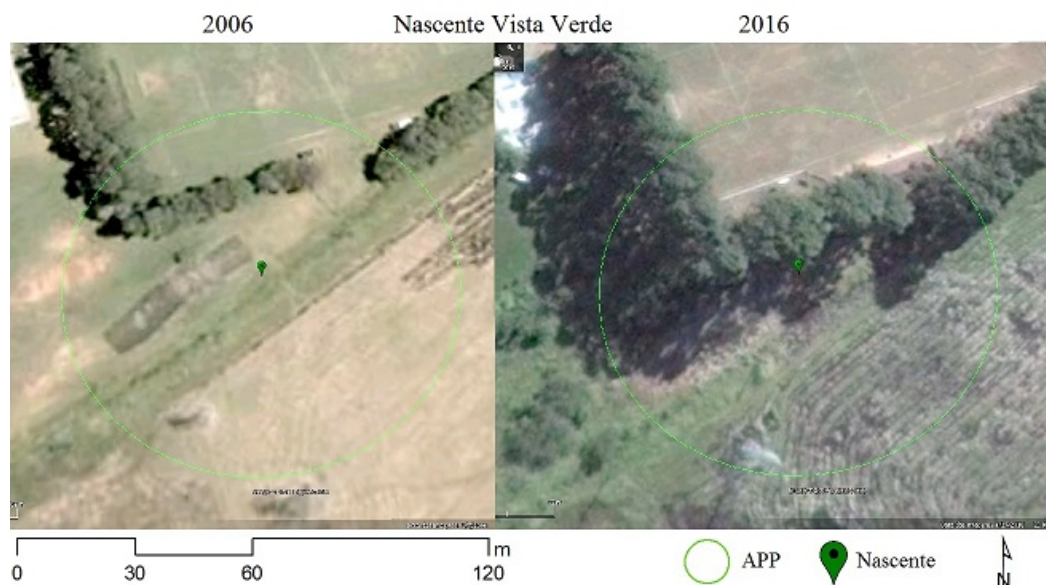


Figura 25. Nascente Vista Verde, 2006 - 2016.

A Figura 26 evidencia que na APP da nascente Vista Verde houve substituição da gramínea preponderante em 2006 para vegetação arbórea.

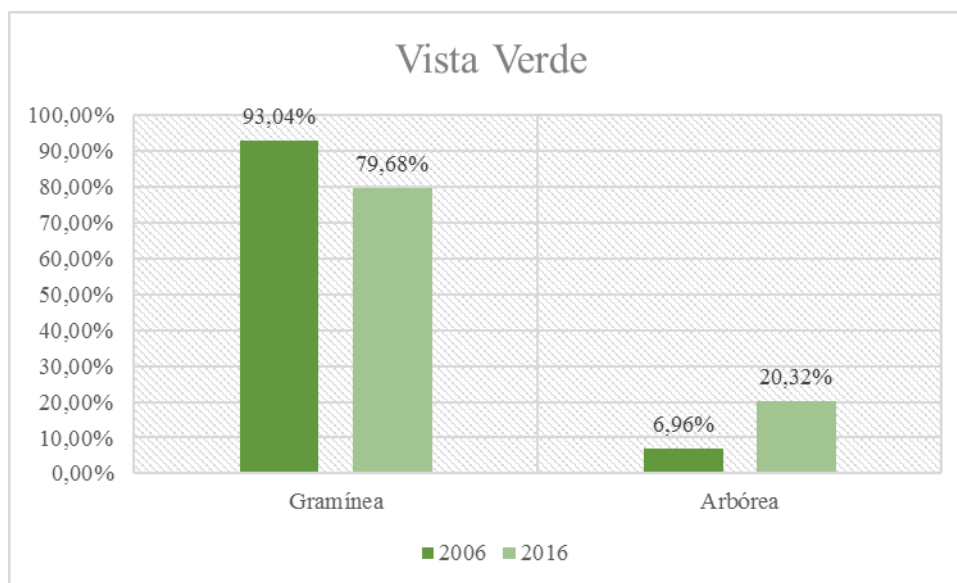


Figura 26. Incremento da cobertura vegetal na nascente Vista Verde.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A caracterização física do solo, tais como porosidade e quantidade de matéria orgânica, é primordial para justificar algumas propriedades da água, responsável pela retenção e fluxo de água e do ar. Os aspectos bióticos complementam a caracterização das nascentes e seus entornos.

A avaliação da qualidade ambiental das áreas evidencia que, a despeito do satisfatório incremento vegetal nas APPs das nascentes, as áreas não foram devidamente apropriadas pela população do entorno. A presença de tráfico de drogas e de resíduos sólidos nas APPs indicam a necessidade de estabelecimento de uma nova fase do programa, voltada para a harmonização dos usos do solo em áreas urbanas com presença de nascentes e cobertura vegetal arbórea.

6. CONCLUSÕES

O PRN resultou em um plantio de 45.000 mudas de árvores nativas da Mata Atlântica na área abrangente pelo projeto, totalizando 23.000 m² de áreas reflorestadas no ambiente urbano do município de São José dos Campos. Segundo Penido (2013), a partir da implantação do programa as regiões da cidade onde se encontram as nascentes foram beneficiados e a estratégia metodológica foi eficaz para a criação de vínculos afetivos.

A avaliação da qualidade ambiental, nas áreas das cinco nascentes, mostra que houve incremento de cobertura vegetal no território em decorrência da operação do programa. No entanto, essas áreas não foram devidamente cuidadas e, por isso, é mal utilizada pela população do entorno.

O desconhecimento do programa municipal e o uso indevido das APPs indicam que a educação ambiental prevista no PRN precisa abarcar a população do entorno das nascentes, uma vez que esses agentes sociais são os que efetivamente podem garantir a transformação desses espaços.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. Guide for design of pavement structure. Washington, Estados Unidos da América, 1993.
2. AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territoriomatasulpernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2kfhpkns.html>>. Acesso em: 21 de Maio de 2016.

3. ASTM, American Society for Testing and Materials. D2487-11 Unified Soil Classification System. Philadelphia, PA, Estados Unidos da América.
4. BRASIL. Decreto Federal n.º 1.842, de 22 de março de 1996. Institui Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul CEIVAP, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 22 de março de 1996. BRASIL.
5. BRASIL. Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
6. BRASIL. Lei Federal n.º 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
7. BRASIL. Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Revogada pela Lei n.º 12.651, de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
8. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/ Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução N.º 003, de 22 de agosto de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, DF, 2005.
9. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/ Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução N.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.
10. CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Águas subterrâneas: Aquífero pré-cambriano. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/aquifero-pre-cambriano-cristalino/>>. Acesso em: 21 de Maio de 2016.
11. CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Caracterização das estações de monitoramento de fumaça no interior do estado de São Paulo. Estação do Município de São José dos Campos, SP, 2006.
12. CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade do ar no estado de São Paulo. SP, 2015.
13. CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.º 357, de 17 de Março de 2005 publicada no DOU n.º 053, de 18/03/2005. p.58-63, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 09 de Abril de 2016.
14. CPRM. Geodiversidade do Brasil - conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro, 2008.
15. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Geomorfologia da Costa do Descobrimento Extremo Sul da Bahia: Municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália. Rio de Janeiro, Vol. 07, 2002.
16. DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Solos Análise granulométrica por peneiramento. Método de ensaio, DNER-ME 080. Rio de Janeiro, 1994.
17. DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Solos Determinação do limite de liquidez método de referência e método expedito. Método de ensaio, DNER-ME 122. Rio de Janeiro, 1994.
18. DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Solos Determinação do limite de plasticidade. Método de ensaio, DNER-ME 082. Rio de Janeiro, 1994.
19. DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Solos Determinação do teor de umidade. Método de ensaio, DNER-ME 213. Rio de Janeiro, 1994.
20. EMBRAPA. Agência de Informação EMBRAPA - Podzólicos/Argisolos. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG019710112005101957.html>>. Acesso em: 21 de Maio de 2016.
21. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-SPI, 2006.

22. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2009. 2 ed.
23. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bases Cartográfica Malha Digital 2010. Disponível em: < <http://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 23 de Maio de 2016.
24. IBGE. AGREGADOS POR SETORES CENSITÁRIOS DOS RESULTADOS DE UNIVERSO - 2a edição. 2010. Acessado em 24 de junho de 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm>. Citado na página 54.
25. IBGE. Características gerais da população e dos domicílios - resultados do universo. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 56, 60 e 61.
26. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010: Resultados do universo em tabelas. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/tabelas_pdf/> Acesso em: 16 de maio de 2016.
27. PENIDO, Andrea Sundfeld. Programa de Revitalização de Nascentes em ambiente urbano: Estudo de caso do processo de criação e consolidação de uma política pública em São José dos Campos – SP. São Paulo, p.78-144, 2013.
28. PMSJC. Meio Ambiente. Unidades de Conservação de Proteção Integral. Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br/secretarias/meio_ambiente/unidades_conservacao.aspx>. Acesso em: 19 maio. 2016.
29. SÃO PAULO (Estado). Decreto no 10.755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, 22 de Novembro de 1977.
30. SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual n.9.034, de 27 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei 7.663, de 30/12/91, que institui normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado, São Paulo, 27 de dezembro de 1994.
31. SÃO PAULO (Estado). SMA, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Aquífero Aquífero Taubaté. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/aquiferos/os-aquiferos-de-estado-de-saopaulo/aquifero-taubate/>>. Acesso em: 21 de Maio de 2016.
32. SÃO PAULO (Estado). SMA, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Subsídios ao planejamento ambiental da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos Paraíba do Sul. UGRHI 02. SP, 2011.
33. TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCH, T.R.; TAIOLI, F. Decifrando a Terra. 2a ed. Rio de Janeiro: Ed. Oficina de Textos, 2001.